



VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008
Buenos Aires, 5, 6 y 7 de noviembre de 2008

FIA2008-A220

AVALIAÇÃO E PROJETO DE ISOLAMENTO ACÚSTICO DE ÁREAS TÉCNICAS DE SHOPPING CENTER IMPLANTADO EM ÁREA RESIDENCIAL

Virgínia Maria Dantas Araújo ^(a)
Bianca Carla Dantas Araújo ^(b)
Fernando José de M. Costa ^(c)
Aldomar Pedrini ^(d)

(a) UFRN. Departamento de Arquitetura, Natal/RN. BRASIL. virginia@ufrnet.br

(b) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Rua Maranhão, 88, 01240.000, São Paulo, SP. BRASIL. dantasbianca@gmail.com

(c) UFRN. Departamento de Arquitetura, Natal/RN. BRASIL. fcosta@ufrnet.br

(d) UFRN. Departamento de Arquitetura, Natal/RN. BRASIL. apedrini@ufrnet.br

Abstract

This paper presents measurements and records of the noise levels produced with the deployment of a Shopping Center, and its impacts on residential area in the city of Natal, the state of Rio Grande do Norte - Brazil. Based on data measured and recorded it has developed projects for acoustic insulation for the space of the technical area correspond to the Hall of Central Cooling of liquid, the Hall of generators, the Towers of the cooling system of air-conditioning, Resfriador of the Net Condensation on the Air, belonging to the conditioning system of artificial one of a large store, in addition Resfriador liquid with condensation of the Air. The projects have made the calculations of acoustic insulation, study of alternative solutions, including the areas to be addressed, and detail the specifications of materials and components proposed, seeking better terms of soundproofing. Finally, presents the assessment of the effectiveness of projects and the achievement of the reduction of noise levels and the adequacy requirements of international standards, national and state / local, ensuring the comfort of buildings of its acoustic environment.

Resumo

O presente trabalho apresenta medições e registros dos níveis de ruído produzidos com a implantação de um Shopping Center, e seus impactos em área residencial na cidade de Natal, no estado do Rio Grande do Norte – Brasil. Com base nos dados medidos e registrados desenvolveu-se projetos de isolamento acústicos para os espaços da área técnica que correspondem à Sala da Central de Resfriamento de Líquido, a Sala dos Geradores, às Torres de Arrefecimento do Sistema de Ar-condicionado, do Resfriador de Líquido com Condensação à Ar, pertencente ao sistema de condicionamento artificial de uma de grande loja. Os projetos realizados apresentam os cálculos dos isolamentos acústicos, estudo de alternativas de soluções, incluindo as superfícies a serem tratadas, detalhamento e das especificações dos materiais e componentes propostos, visando obter melhores condições de isolamento sonoro. Por fim, apresenta a avaliação da eficácia dos projetos realizados e a obtenção da redução dos níveis de ruído e adequação às exigências das normas técnicas internacionais, nacionais e estaduais/locais, garantindo o conforto acústico das edificações do seu entorno.

1 Introdução

As medidas de controle de ruído são necessárias por desempenharem papel importante no monitoramento ambiental, na identificação de problemas e soluções nas atividades diárias. A grande demanda por conforto acústico, controle de ruídos e vibrações exige soluções de projeto e desenvolvimento de materiais e processos para problemas de ruído. Todo esforço deve ser realizado na criação de ambiente e condições de trabalho adaptadas ao homem.

O presente estudo tem como objetivo o levantamento da eficácia do projeto de isolamento acústico realizado na Área Técnica de um Shopping, situado na cidade de Natal/RN, com vistas à obtenção da redução dos níveis de ruído e adequação às exigências das normas técnicas internacionais, nacionais e estaduais/locais, garantindo o conforto acústico das edificações do seu entorno, mais especificamente em uma rua atrás do Shopping denominada São Joaquim.

Os espaços da referida Área Técnica correspondem à Sala da Central de Resfriamento de Líquido, à Sala dos Geradores, às Torres de Arrefecimento do Sistema de Ar-condicionado do Shopping; além do Resfriador de Líquido com Condensação à Ar, pertencente ao sistema de condicionamento artificial de uma das lojas de departamento do Shopping. Os mesmos já haviam sido definidos no projeto arquitetônico, quanto as suas formas, dimensões e localizações na edificação.

O presente trabalho trata da descrição dos procedimentos de ensaios e equipamentos utilizados, descrição dos métodos de tratamento dos dados medidos/registrados, conclusões e recomendações técnicas.

2 Descrição do Projeto de Isolamento Acústico da Área Técnica

Inicialmente, para o desenvolvimento do projeto de isolamento acústico foi realizada uma avaliação do excesso sonoro na área técnica do Shopping Midway e seus efeitos subjetivos, constantes em ARAÚJO et al. (2005b). Tal avaliação serviu de base para definir o tipo de tratamento a ser dado às paredes envoltórias, os atenuadores propostos para os geradores, considerando o uso dos ambientes adjacentes e as possíveis fontes de poluição sonora.

Para efeito da avaliação dos níveis de ruído na área habitada, mais especificamente, na Rua São Joaquim, foram definidas três áreas criteriosamente estabelecidas em função dos objetivos propostos para a mesma, de acordo com a localização das fontes sonoras principais identificadas, posicionamento das habitações dos reclamantes e demais edificações escolhidas para análise.

Para realização do projeto de isolamento da área objeto de estudo foram adotados ao seguintes procedimentos:

- Análise do projeto arquitetônico e avaliação dos excessos sonoros da Área Técnica do Shopping Shopping, compreendendo os espaços internos da Central de Resfriamento de Líquidos e da Sala de Geradores, e os externos destinados às Torres de Arrefecimento e do Resfriador de Líquido com Condensação à Ar de uma das grandes Lojas;
- Levantamento das especificações e adequação dos níveis de isolamento para as várias frequências fundamentais em função dos níveis sonoros equivalentes medidos “in loco”, durante o período diurno e noturno (ARAÚJO et al, 2005b), conforme Normas Técnicas Internacionais, Nacionais e Estaduais/Locais (ISO 140/IV e ISO 140/V, NBR10151, NBR10152, NBR10829, NBR7731, NBR13369, TB143, NBR12179, NBR14313 e NBR10831, Lei Estadual Nº 6.621/94);

- Levantamento das dimensões de todas as superfícies de contorno dos vários ambientes estudados, cálculos dos isolamentos dos ambientes internos e externos;
- Detalhamento dos elementos e componentes construtivos propostos no projeto de isolamento acústico.

Com base nos cálculos efetuados para o isolamento de ruídos e considerando os aspectos estéticos e construtivos, definiu-se a seguinte especificação de materiais para os espaços da área objeto de estudo:

2.1 Central de Resfriamento de Líquido

As paredes divisórias entre a Sala da Central de Resfriamento de Líquidos e o exterior do edifício e salas contíguas, atualmente em blocos de concreto pré-moldados, apresentaram propriedades acústicas insuficientes para isolar altos níveis de pressão sonora no período noturno, provenientes da operação dos quatro resfriadores, das bombas de água gelada e de água de condensação. Então, propôs-se que as mesmas fossem revestidas com painéis fonoabsorvente 50 mm (Figuras 1 e 2).

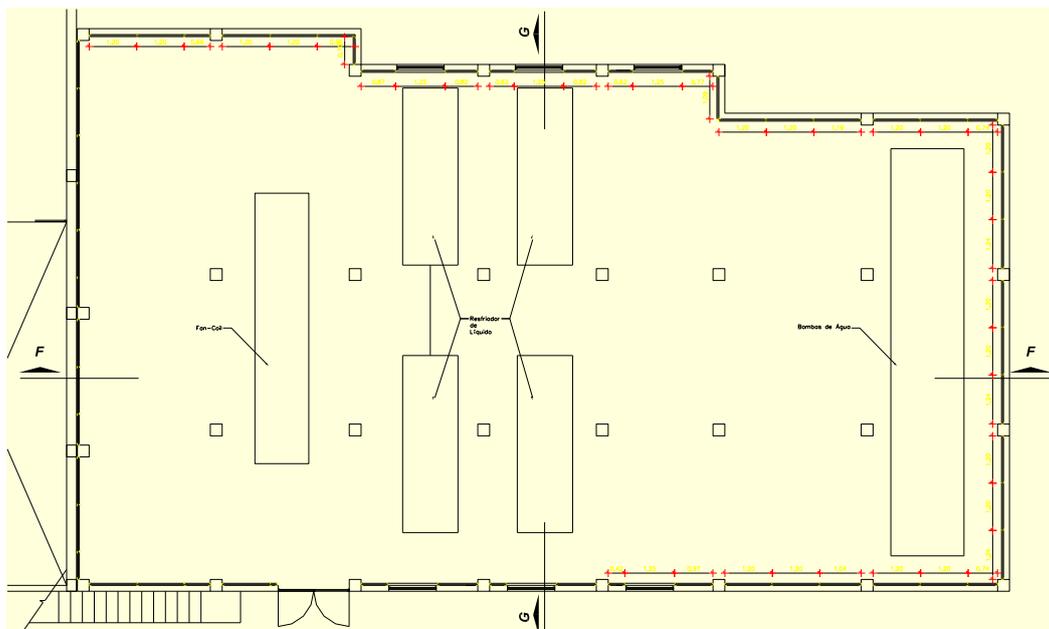


Figura 1. Planta da Central de Resfriamento de Líquidos.



Figura 2. Foto do detalhe do isolamento das paredes divisórias entre a Sala da Central de Resfriamento de Líquidos e o exterior do edifício e salas contíguas

A Porta de acesso à Central de Resfriamento de Líquidos, anteriormente em venezianas de alumínio, foi trocada por uma acústica, criteriosamente especificada e construída, e as frestas existentes nas Janelas Acústicas, já implantadas, nas paredes externas foram vedadas com Pasta de Silicone. No teto da Central de Resfriamento de Líquidos também foram acrescentados painéis fonoabsorventes 50 mm.

2.2 Sala dos Geradores

Os dois geradores existentes foram condicionados em uma sala específica. A abertura existente entre o espaço onde se encontram os geradores e o exterior do edifício, anteriormente, com fechamento com tela perfurada, foi fechada com alvenaria em blocos de cimento pré-moldados e nas fases internas foram acrescentados painéis fonoabsorvente, 50 mm, com véu de vidro na cor preta, nas dimensões 2,4m x 1,2m (Figuras 3 e 4).

Além disso, propôs-se uma parede divisória entre a Sala dos Geradores e a Sala Contígua existente, composta de Duplo Painel Wall de 80mm (40mm+ 40mm), constituída de miolo de madeira maciça, laminada ou sarrafeada, contraplacado em ambas as faces por lâminas de madeira e externamente por chapas lisas em Cimento Reforçado com Fio Sintético, revestidas na face interna com o mesmo sistema de painéis fonoabsorventes mencionados. Nesta divisória foram acoplados dois atenuadores de ruídos de tomada de ar e porta acústica.

As paredes em alvenaria laterais existentes, construídas em blocos de cimento pré-moldados, bem como a laje da Sala de Geradores também foram revestidas com os mencionados painéis fonoabsorventes nas respectivas fases internas.

A calha de eletrodutos existentes no piso da Sala dos Geradores foi isolada com material acústico para evitar a transmissão do ruído para os ambientes contíguos, conforme recomendações do projeto de isolamento acústico (ARAÚJO et.al., 2005c), mas nos geradores foram incorporados atenuadores de ruído de descarga de ar quente, de acordo com as especificações do fabricante, a fim de atenuar a alta pressão sonora.

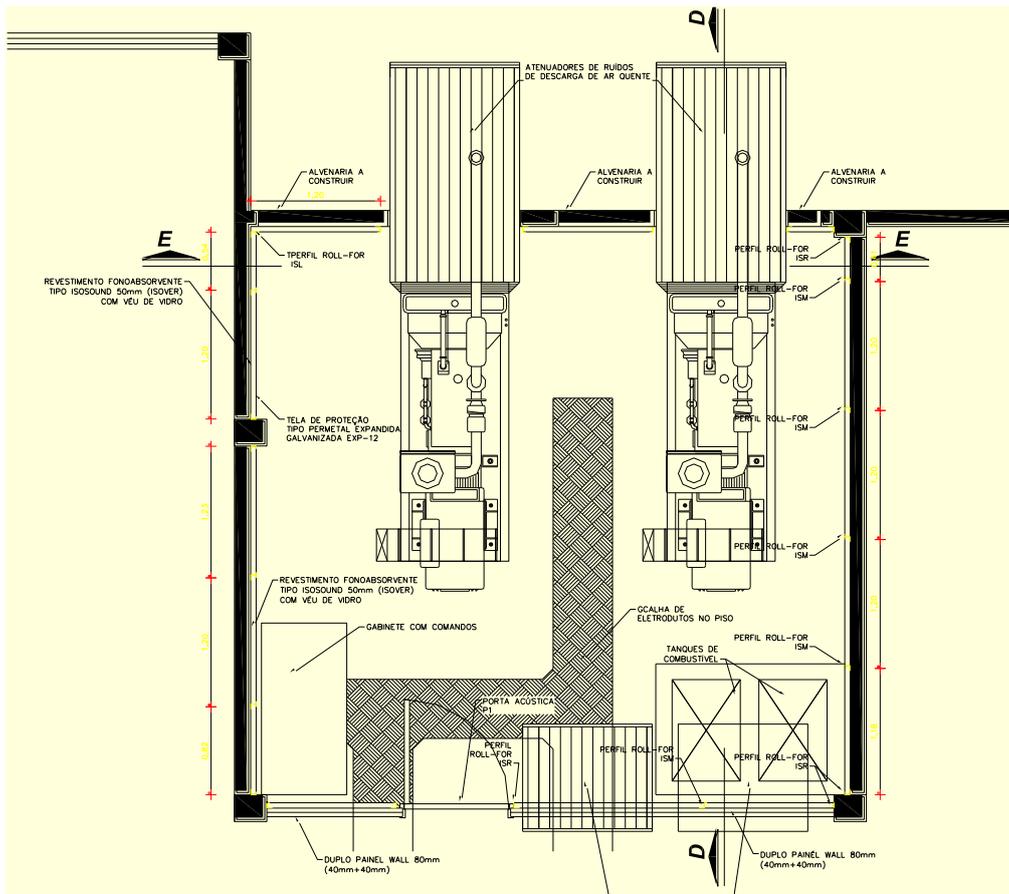


Figura 3. Planta da Sala de Geradores

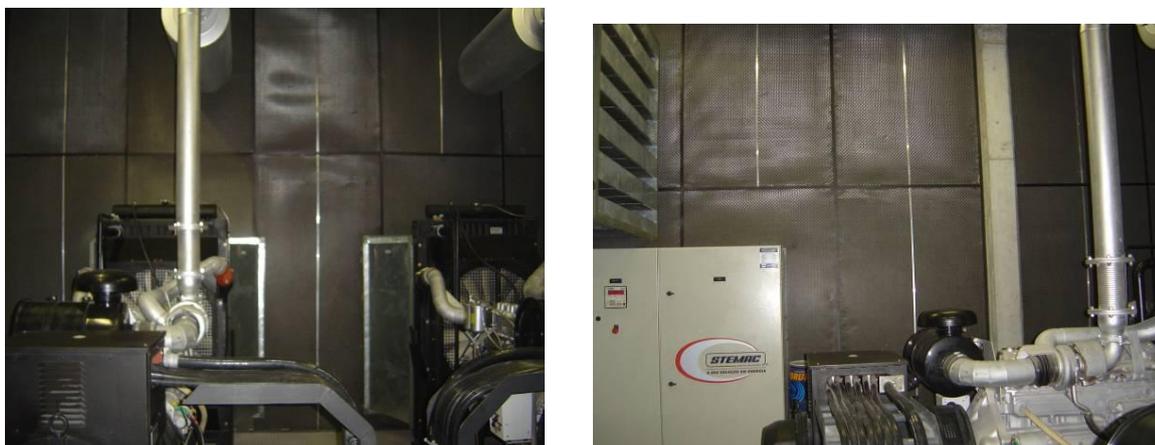


Figura 4. Foto do detalhe de fechamento externo e interno da Sala de Geradores

2.3 Torres de Arrefecimento e Resfriador de Líquido

O fechamento da área externa das Torres de Arrefecimento, anteriormente em elementos vazados entre vigas de concreto, apresentavam propriedades acústicas insuficientes para isolar altos níveis de pressão sonora, no período noturno, provenientes da operação das

três torres existentes, além de direcionar, em função da inclinação das aberturas, o ruído para as residências situadas na lateral da Área Técnica do Shopping Shopping (Figura 5).



Figura 5. Fotos do Resfriador de Líquido depois do Projeto de Isolamento Acústico.

Foi construída uma barreira acústica para isolamento do ruído proveniente das Torres de Arrefecimento, que foi calculada em função da localização das fontes sonoras. Na barreira acústica propôs-se que os elementos vazados fossem retirados e que fossem construídas treliças metálicas afastadas 0,50m, para fixação de Painel Wall de 40 mm de espessura, com dimensões 1,20m x 2,40m, onde foram fixados os painéis fonoabsorvente 50 mm.

No caso do Resfriador de Líquido com Condensação à Ar existente na área externa, pertencente ao Sistema de Ar Condicionado da referida grande Loja, nas proximidades das Torres de Arrefecimento do Sistema de Ar Condicionado do Shopping propôs-se a utilização de venezianas acústicas que se constituíram em barreiras para os altos níveis de pressão sonora, medidos “in loco” no período diurno.

3 Metodologia

Concluída a execução do projeto de isolamento acústico para a área técnica do Shopping Shopping foram estabelecidos procedimentos para avaliação dos níveis de ruídos, a partir de um planejamento experimental do trabalho de campo, com base na análise do projeto executado.

Para o desenvolvimento do trabalho foram analisadas as Normas Técnicas Internacionais, Nacionais e Estaduais/Locais visando a avaliação dos ruídos internos e externos nas Áreas Técnicas da edificação em estudo.

Os dois medidores utilizados para os registros/medições da pressão sonora foram os de Modelo Digital PeakTech 8000, que fornecem uma variação automática ou manual em seis escalas de medida de 30 a 130 dB. Os equipamentos apresentam-se nos padrões classe 02 do IEC 651 e do ANSI S1,4 e caracterizam-se pela resolução de 0,1 dB.

Os níveis de pressão sonora dos pontos de registros/medições foram determinados conforme ponderação da escala A, expressa em dB (A), e para evitar erros de registros, utilizou-se a indicação de resposta rápida do medidor, conforme as Normas Técnicas adotadas, bem como, considerou-se os mesmos aferidos dentro dos padrões requeridos para o ensaio, em função de testes de calibração e tempo de aquisição dos mesmos.

Os medidores fornecem saídas AC, DC e RS-232, que permitem utilizar-se de cabos para captura dos dados do nível de pressão sonora manuais e os registros em PC's, no caso,

utilizados dois Notebook's. Além disso, os equipamentos possuem recursos de medição de nível de pressão sonora equivalentes (LAeq), conforme a IEC 60804.

Os procedimentos adotados e a escolha dos pontos de medição de ruídos nos diversos ambientes estudados foram definidos em função das características dos mesmos, das fontes sonoras identificadas e posicionamento dos maquinários existentes, horários de funcionamentos, do posicionamento dos ambientes na edificação de estudo (ambientes internos e externos), pontos externos e internos de edificações no entorno, criteriosamente definidas.

Os medições/registros nos ambientes externos do shopping objeto de estudo, bem como no exterior das habitações dos reclamantes foram efetuadas em pontos afastados 1,2 m do piso e pelo menos 2 m do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes, etc. Além disso, em pontos externos foram medidos os ruídos de fundo, já que os medidores utilizados dispõem dessa função.

Os registros/medições nos ambientes internos do empreendimento foram efetuados a uma distância no mínimo 1m de quaisquer superfície e 1,2 m acima do piso, de acordo com o item 5.3 da NBR 10151(2000). As medições/registros nas habitações dos reclamantes, e nas edificações escolhidas ao longo da Rua São Joaquim foram efetuadas nos locais e nas condições de utilização normal dos ambientes, isto é, com janelas abertas ou fechadas, de acordo com as indicações dos reclamantes e/ou proprietários.

O início do primeiro período das medições dos níveis de ruídos programou-se para o período diurno, e deu-se continuidade no mesmo dia após às 22 h, correspondente ao período noturno.

Programou-se para o período de medição diurno, os horários em que todos os três Geradores da Área Técnica do Hipermercado existente no Shopping encontravam-se funcionando (17h30min às 20h30min), juntamente com um Fan-Coil de 10TR e uma Bomba Secundária da Área Técnica do Shopping. As medições noturnas foram iniciadas após às 22:00h e concluídas às 23h50min, com os Chillers, Condensadores do Frio Alimentar e Fan-Coils do Hipermercado funcionando ao mesmo tempo com os quatro Resfriadores de Líquido e Torres de Arrefecimento da Área Técnica do Shopping.

Ainda mediu-se/registrou-se, no período diurno, os níveis de ruído internos e externos provocados pelos dois Geradores da Área Técnica do Shopping, mesmo com a informação que só serão ligados para manutenção apenas um dia semanalmente, das 10 h às 10h10min.

Nos períodos de medição/registros não ocorreu nenhuma interferência audível de fenômenos da natureza. Analisou-se para efeito da coleta dos dados, as condições ambientais nos dias das medições/registros, conforme dados fornecidos pela estação climatológica, situada no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, pois medições em condições meteorológicas adversas devem ser evitadas, conforme as normas técnicas adotadas.

4 Resultados

4.1 Comparação dos dados medidos/registrados antes e depois da execução do projeto de isolamento acústico

Para um estudo comparativo entre os dados levantados, antes, constante em ARAÚJO et al. (2005b), e depois da execução do projeto de isolamento acústico, resumiu-se os valores dos níveis de pressão sonora equivalentes (LAeq) e Ruídos de Fundo (RF) nas Áreas Técnicas objeto do estudo, e visualizou-se no período diurno e noturno através de gráficos.

Observa-se através de estudo gráfico que ocorreu um decréscimo médio nos níveis diurnos da pressão sonora de aproximadamente 3 dB(A), o que provoca uma sensação

considerável, já que os referidos níveis apresentam-se em escala logarítmica. Tal constatação foi confirmada no momento das medições/registros através de entrevistas com residentes na rua objeto de estudo.

No levantamento dos dados identificou-se que os níveis diurnos da pressão sonora, na área de influência da área técnica do Shopping estão em média, menos elevados do que na área de influência do Hipermercado. Tal ocorrência pode ser explicada pelas atividades ruidosas desenvolvidas na quadra poliesportiva existente na área, além do funcionamento dos geradores do hipermercado no período de registros/medições.

Ainda, observou-se um acréscimo no ruído de fundo em dois pontos, decorrentes da falta de isolamento acústico do Resfriador de Líquido, pertencente ao Sistema de Ar Condicionado de uma loja de departamento existente no Shopping, conforme já mencionado, e uma nova fonte sonora identificada, um exaustor instalado na parede da área de controle da subestação.

Observa-se em relação aos pontos externos que os ruídos de fundo (RF) e os níveis de pressão sonora equivalentes (LAeq), no período diurno, em dB(A), apresentam-se mais elevados no setor de influência da Área Técnica do Hipermercado, em decorrência do tráfego nas proximidades de uma das ruas circundantes, das atividades esportivas desenvolvidas na quadra adjacente, além do Sistema de Refrigeração e de Ar Condicionado adotado, neste período do dia.

No período noturno, observa-se que os níveis de pressão sonora dB(A) nos pontos externos do setor de influência da Área Técnica do Shopping apresentam-se mais elevados, devido aos horários de funcionamento do Sistema de Ar Condicionado e o incremento do ruído de fundo provocado pelo tráfego de uma grande avenida adjacente ao shopping e bares na proximidade.

Em relação ao isolamento da Sala de Geradores observa-se através da análise gráfica, que ocorreu um decréscimo médio nos níveis diurnos da pressão sonora de aproximadamente 14 dB(A), o que provoca uma sensação de umedecimento da fonte de ruído, conforme depoimento do operador dos geradores no momento das medições/registros.

Para um estudo comparativo entre os dados internos levantados, antes e depois da execução do projeto de isolamento acústico, resumiu-se os valores dos níveis de pressão sonora equivalentes (LAeq), medidos/registrados na sala da casa de um dos reclamantes, com a porta aberta, de acordo por indicação do mesmo, e comparou-se no período diurno e noturno (Figuras 6 a 8).

Observa-se através da análise dos dados que ocorreu um decréscimo médio nos níveis diurnos e noturnos da pressão sonora de aproximadamente 3,5 dB(A), na sala da residência do reclamante.

Quanto aos valores dos níveis internos de pressão sonora equivalentes (LAeq), medidos/registrados antes e depois da execução do projeto de isolamento acústico na Central de Resfriamento de Líquido, mais especificamente, entre os quadro resfriadores existentes.

Constatou-se que ocorreu um decréscimo médio nos níveis diurnos e noturnos da pressão sonora de aproximadamente 6,5 dB(A), na Central de Resfriamento de Líquido da área técnica do Shopping.

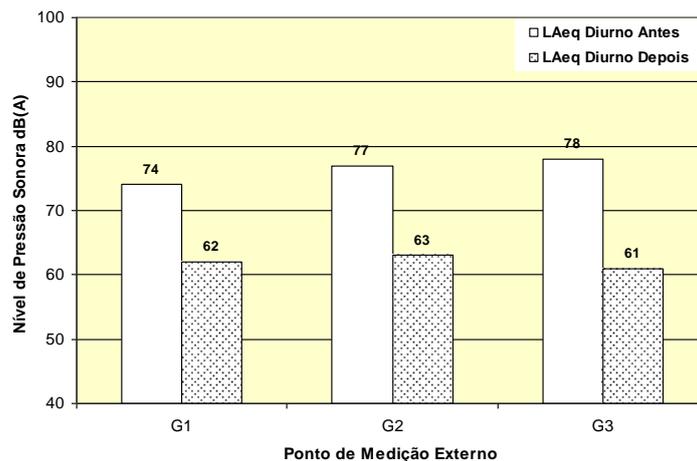


Figura 6. Comparações entre as medições dos níveis diurnos de pressão sonora equivalentes (LAeq), em dB(A), nos pontos externos da área de influência dos Geradores, antes e depois da execução do projeto.

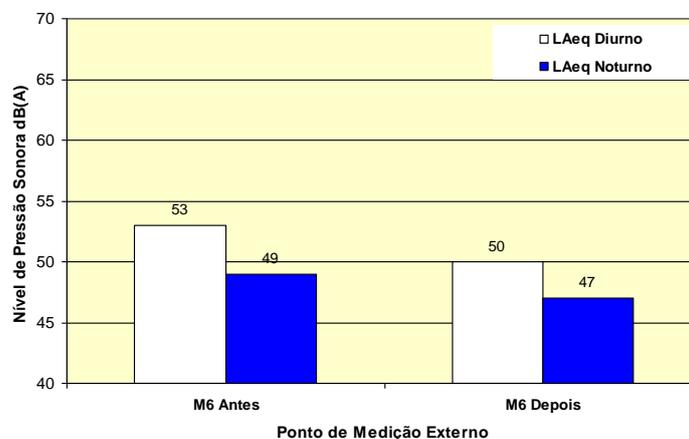


Figura 7. Comparações entre as medições/registros dos níveis diurnos e noturnos de pressão sonora equivalentes (LAeq), em dB(A), no ponto interno da sala da casa de um dos reclamantes, antes e depois do projeto.

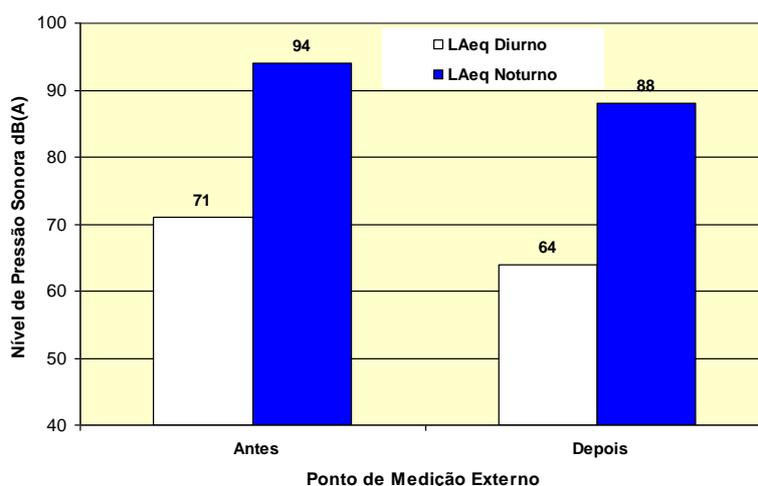


Figura 8. Comparações entre as medições/registros dos níveis diurnos e noturnos de pressão sonora equivalentes (LAeq), em dB(A), entre os quadro resfriadores existentes na Central de Resfriamento de Líquido, antes e depois da execução do projeto acústico.

5 Observações finais

Os valores dos Níveis de Pressão Sonoros Equivalentes (LAeq) internos e externos registrados são considerados aceitáveis, com base na literatura e nas Normas Técnicas, fato comprovado pela satisfação observada por alguns residentes, em entrevistas informais quando das medições/registros na área habitada.

Também, pode-se observar a implantação de equipamentos do sistema de ar-condicionado das salas de cinemas que estão sendo construídas no Shopping Shopping, na área contígua ao Resfriador de Líquido, pertencente ao Sistema de Ar Condicionado de uma das grandes Lojas. Não foi observado até o momento nenhum sistema de isolamento acústico na referida área, uma vez que serão acrescentadas novas fontes de ruído

Finalmente, a eficácia do projeto de isolamento acústico realizado na Área Técnica do Shopping foi bastante satisfatória, conforme pôde ser comprovado na análise dos dados medidos/registrados apresentados.

Referencias

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.151 (2000): Avaliação de ruídos em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro.
- _____. MB-1631(1988): Transformadores e reatores – Determinação do nível de ruído. Rio de Janeiro.
- _____. MB-3071 (1989): Caixilho para edificações – janela – Medição da atenuação acústica. Rio de Janeiro.
- _____. NB – 95 (1987): Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro.
- _____. NBR 10.152 (1999): Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro.
- _____. NBR 12179 (1992): Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro.
- _____. NBR 13369 (1995): Cálculo simplificado do nível equivalente contínuo (Leq). Rio de Janeiro.
- _____. NBR 7731(1983): Guia para execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação dos seus efeitos sobre o homem. Rio de Janeiro.
- _____. NBR 14313 (1999): Barreiras acústicas para vias de tráfego - características construtivas. Rio de Janeiro.
- ARAÚJO, Bianca C.D. et al. (2005b). Laudo técnico sobre a avaliação do ruído em áreas habitadas no entorno do Shopping Midway Mall. Natal.
- ARAÚJO, Bianca C.D. et al (2005c). Projeto de isolamento acústico da área técnica do Shopping Midway Mall. Natal.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 140/IV: Acoustics – Part IV: Field measurement of sound insulation in buildings and of buildings elements.
- _____. ISO 140/V: Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of buildings elements – Part V: Field measurement of airborne sound insulation of façade elements and facades.